

AZƏRBAYCAN DÖVLƏT DƏNİZ AKADEMİYASI

Əlyazması hüququnda

ELNUR ORUC OĞLU ABBASOV

**GƏMİ MEXANİZMLƏRİNİN DETALLARININ
KİMYƏVİ – TERMİKİ EMALLA BƏRPASI**

3319.03 – “Gəmiqayırma və gəmi təmiri texnologiyası”

**Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq
üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2016

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının “Gəmi energetik qurğuları və gəmiqayırma” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

texnika elmləri doktoru,
professor **Z.Z.Şərifov**

Rəsmi opponentlər:

texnika elmləri doktoru,
professor **A.T.Məmmədov**

texnika üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent **A.Ə.Quliyev**

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Texniki Universiteti, “Metallurgiya və metalşünaslıq” kafedrası

Dissertasiya işinin müdafiəsi 06 aprel 2016-cı il tarixində saat 15³⁰ - da Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının nəzdində fəaliyyət göstərən birdəfəlik Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1000, Bakı ş., Z.Əliyeva küçəsi, 18

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat **02 mart 2016-cı** ildə göndərilmişdir.

**Dissertasiya şurasının
elmi katibi, t.e.d. prof.**

N.Ş.İsmayılov

**АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОРСКАЯ
АКАДЕМИЯ**

На правах рукописи

АББАСОВ ЭЛНУР ОРУДЖ оглы

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ МЕХАНИЗМОВ
ХИМИКО – ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ**

3319.03 – “Технология судостроения и судоремонта”

АВТОРЕФЕРАТ

**на соискание ученой степени доктора
философии по технике**

БАКУ – 2016

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Son zamanlar əksər maşın və mexanizmlər dizel mühərrikləri ilə təchiz edilir. Dizellərin işləmə effektivliyi, onların etibarlığı və yanacağa qənaətçiliyi mühüm dərəcədə yanacaq aparatının (YA) vəziyyətindən və onlarda quraşdırılmış yüksək təzyiqli yanacaq nasoslarının (YTYN) keyfiyyətindən aslıdır. Dünyada istehsal olunan nasosların yarısını paylayıcı tipli (PT) nasoslar təşkil edir.

Əsaslı təmirə uğradılmış YTYN-lər nisbətən aşağı texniki ehtiyata malikdir. Adətən onlar yeni nasosların ehtiyatının 50-60%-i təşkil edir. Yeni və təmirə uğradılmış YTYN-rin belə aşağı ehtiyatı tez-tez təmir aparılmasını tələb edir. Yanacaq aparatının elementlərinin bərpası üçün aparılan təmir işlərinin illik həcmi əsas istehsalın miqyası ilə müqayisə oluna bilər.

Məsələn, YA üçün istehsal olunan ehtiyat hissələrinin payı istehsal olunan əsas məhsulun 50%-ni təşkil edir. Yalnız plunjer cütlərinin istehsalı üçün ildə 1500 tona qədər az tapılan yüksək legirli polad normadan artıq işlənir.

Plunjer cütlərinin aşağı işləmə resursu səbəblərinin təhlili göstərir ki, burada iki səbəb üstünlük təşkil edir: abraziv yeyilmə və korroziya zədələnmə. Detalların səthlərinin nisbətən aşağı bərkliyi və yanacaqda abraziv hissəciklərin mövcudluğu abraziv yeyilməni sürətləndirən əsas şərtlərdir. Üzvi mənşəli aqressiv təşkiledicilərin, suyun mövcudluğu və materialın aşağı korroziya dözümlüyü korroziya zədələnmələrin yaranmasını şərtləndirir.

YTYN-in plunjer cütlərinin təmiri və bərpası əsasən istehsalçı müəsisələrlə aparılır. Təmir üsullarının əsasını selektiv seçmə və əlavə detalın (əsasən plunjerin) hazırlanması təşkil edir. Bu və ya digər təmir üsullarının təhlili göstərir ki, onlardan heç biri iki əsas tələbə - yeyilmə dözümlüyünün və detalların işçi səthlərinin korroziya dözümlüyünün kəskin yüksəldilməsinə cavab vermir.

Preseziya detalların bərpası istiqamətində aparılan tədqiqatlar göstərir ki, ən perspektiv üsul kimi termodiffuziya metallaşdırma hesab edilir, bu üsul bərpa ilə yanaşı detalların möhkəmləndirilməsinə də imkan yaradır. Bu istiqamətdə aparılan ilkin tədqiqatlarda plunjer cütünün yalnız

biri möhkəmləndirilmişdir. Bu detal orta legirli və alət poladlardan hazırlanmışdır.

Müasir dövrdə 25XTT markalı poladdan hazırlanmış və sonradan azotlandırılmış paylayıcı tipli YTYN plunjer cütünün diffuzion metallaşdırma üsulları ilə bərpa mümkünlüyü məsələsi öyrənilməmişdir. Bu detalların səthində azotlaşdırılmış qatın mövcudluğu, hopdurulan elementlərin nitridləri əsasında kompleks örtüyün alınmasına zəmin yaradır.

Dissertasiya işinin məqsədi, plunjer cütlərinin diffuzion metallaşdırılma ilə bərpasının üsulunun işlənməsi, bərpa olunmuş plunjer cütü ilə təchiz olunmuş YN-nun etibarlılığı və alınan örtüklərin əlverişli xassələrinin təmin olunmasından ibarətdir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşdur:

- plunjer cütlərinin bərpası üçün azotlaşdırılmış detallarda diffuzion örtüyün yaranma üsulunu seçilməsi və rejimlərin əsaslandırılması;
- alınan örtüklərin fiziki-mexaniki, istismar və digər xassələrinin tədqiqi;
- bərpa olunmuş plunjer cütlü YN-nun sürətləndirilmiş stend və istismar sınaqlarının aparılması;
- xromborlaşdırma ilə plunjer cütlərinin bərpa üsulunun texniki-iqtisadi əsaslandırılması və istehsalat üçün tövsiyələrin işlənməsi.

Tədqiqat obyekti – yanacaq nasosunun prezezion detallarının işçi səthlərinə diffuzion örtük çəkmə prosesidir.

Elmi yenilik. Yanacaq nasoslarının plunjer cütləri hazırlanan poladların səthində kompleks-xrombor örtük qatının yaradılmasının nəzəri əsasları işlənməmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu qatın əsas möhkəmləndirici fazası kompozit tekstura malik olan bor nitrididir (B_2N_3). Örtükdə borun iştirakı onun keyfiyyətini yaxşılaşdırır, aşağı bərkliyə malik olan azotla doymuş ferritin miqdarını azaldır və nəticədə örtüyün mikrobərkliyi yüksəlir.

Plunjer cütlərinin diffuzion xromborlaşdırmaqla bərpasının optimal rejimlərilə alınan kompleks xrombor örtük qatının strukturu və xassələri arasında qarşılıqlı əlaqə qurulmuş və diffuziya qatı üçün yeni tərkibdə komponentlərdən ibarət ovuntu qatışıqı işlənməmişdir.

İşin təcrübi əhəmiyyəti. Diffuzion metallaşdırmaqla yanacaq nasoslarının plunjer cütlərinin bərpa texnologiyası işlənməmişdir. Bu məqsədlə 25XTT markalı poladın üzərinə kompleks xrombor örtük

çəkilməmiş və nəticədə cütlərin yeyilməyə dözümlüyü təmiz yanacaqda 55 dəfə, abrazivli yanacaqda - 96 dəfə, abrazivli yağ turşulu yanacaqda-146 dəfə yüksəlmişdir. Eyni zamanda sulfat, nitrat və xlorid turşularının 10%-li məhlullarında kompleks örtüklü cütlərin korroziya dözümlüyü azotlaşdırılmış poladla müqayisədə uyğun olaraq 80,160 və 20 dəfə yüksəlir.

Xromborlaşdırılmış plunjer cütlərinin bərpasının texnoloji prosesinin tətbiqi ildə 20000 ədəd təmir proqramında 38000 min manat səmərə verir.

Tədqiqatların nəticələrinin reallaşdırılması. İşçi səthlərinə diffuzion örtük çəkməklə (xromborlaşdırma) YN-nun bərpa olunmuş presezion detalları gəmi dizel mühərriklərində Xəzər Dəniz Gəmiçiliyində istehsalat sınaqları keçmişdir. Stend və istismar sınaqlarının nəticələrinə dair gəmi təmiri və gəmi istismarı şirkətlərindən müvafiq sənədlər alınmışdır.

İşin müzakirəsi. Dissertasiya işinin əsas müddəaları ADDA-nın, Azərbaycan Texnologiya Universitetinin professor - müəllim heyətinin elmi – texniki konfranslarında, Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika elmi Konfransında, habelə “Gəmi energetik qurğuları və gəmiqayırma” kafedrasının genişləndirilmiş elmi seminarında məruzə edilmiş və bəyənilmişdir.

Tədqiqatların nəticələrinin dərc olunması. Dissertasiya tədqiqatlarının materialları əsasında 11 məqalə dərc olunmuşdur, onlardan 9-u AAK-ın aparıcı jurnalları siyahısındadır. 2 məqalə xaricdə nəşr olunmuşdur.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 5 fəsildən, ümumi nəticələrdən, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya 178 səhifəlik mətni, 49 şəkli, 19 cədvəli, 166 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısını əhatə edir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Dissertasiya işinin **giriş** hissəsində mövzunun aktuallığı və tədqiqat obyektinin seçilməsi əsaslandırılır, tədqiqatın məqsədi və vəzifələri, işin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar şərh edilir, həmçinin nəticələrin tətbiq olunmasının vəziyyəti göstərilir.

Birinci fəsildə aparılmış ədəbiyyat icmalı göstərir ki, yanacaq nasoslarının ehtibarlılığının yüksəldilməsi üçün onların detallarının işçi səthlərinin bərkliyi abraziv zərrəciklərin bərkliyindən 1,2-1,5 dəfə çox olmalıdır. Eyni zamanda yanacaqda üzvi və mineral mənşəl turşuların su məhlullarının mövcudluğuda etibarlı işləmək üçün detalların korroziyaya dözümlüliyünün əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldilməsini tələb edir.

Yanacaq nasoslarının detalları bərpasının ən perspektiv istiqaməti kimyəvi – termiki emaldır. Bu məqsədlə YN-nun işçi detalları üçün 25XIT markalı azlegirli poladdan istifadə daha məqsədəuyğundur. Belə yanaşma legirli elementlərə qənaət etməyə, həm də çoxkomponentli diffuzion doydurma əməliyyatları içərisindən ən effektiv azotlaşdırma – xromlaşdırma – borlaşdırmanı seçməyə imkan verir. Bu, nitrid əsasında kompleks diffuzion örtüklərin alınmasına zəmin yaradır.

Azotlaşdırma – xromlaşdırma – borlaşdırma tipli üçqat diffuzion örtük qatının detalların üzərinə çəkilməsi qatın qalınlığını lazımi həddə, yəni təmiz mexaniki emaldan sonra saxlamağa imkan verir. Eyni zamanda sonuncu əməliyyatın – borlamanın nisbətən aşağı temperaturda aparılması prezision detalların qabarmasını azaldır.

25XIT markalı poladın tərkibində titanın mövcudluğu və sonrakı diffuzion doydurma əməliyyatında borlaşdırma prosesinin aparılması bərpa olunan detalların yeyilməyə dözümlüyü ilə yanaşı korroziyaya dözümlüliyünü artırmağa imkan verir.

İkinci fəsildə örtük çəkilən səthin quruluşu, struktur xüsusiyyətləri, habelə aşqarların, o cümlədən həll olunmuş qazların diffuziya konstantına təsiri nəzərə alınmaqla çoxkomponentli sistemlərdə diffuziya tənliklərinin analitik həllərində diffuziyanın sabit əmsallarının təyini aparılmışdır.

Diffuziya əmsallarını hesablamaq üçün proqram tərtib olunmuşdur. Bu proqram çoxkomponentli bərk məhlullarda müxtəlif diffuzion prosesləri hesablamağa imkan verir.

Çoxkomponentli bərk məhlullarda qarşılıqlı diffuziyanın əmsalları üçün aşağıdakı ifadələr alınır.

$$D_{ij} = D_i^* \left(\delta_{ij} + \frac{a_{ij} c_i}{1 + \sum_{\beta=2}^k a_{i\beta} c_{\beta}} \right) + c_i \sum_{\alpha=2}^k (D_i^* - \xi D_2^*) \times \left(\delta_{\alpha j} + \frac{a_{\alpha j}}{1 + \sum_{\beta=2}^k a_{\alpha\beta} c_{\beta}} \right), \quad (1)$$

burada $a_{ij} = A_{ij} - 1 + \xi_j$.

Bu nisbəti təhlil edək. Xətti yaxınlaşmada (1) ifadələri əhəmiyyətli dərəcədə sadələşirlər. (2) ifadəsi o şəraitdə alınmışdır ki, j -ci element əvəzetmə məhlulu əmələ gətirir, (2') ifadəsində isə – daxilolma bərk məhlulu yaradır:

$$\tilde{D}_{ij} \approx D_i^* \delta_{ij} + c_i D_i^* \left(A_{ij} + \frac{D_i^* - D_j^*}{D_i^*} \right), \quad (2)$$

$$\tilde{D}_{ij} \approx D_i^* \delta_{ij} + c_i D_i^* \left(A_{ij} + \frac{D_i^* - D_c^*}{D_i^*} \right) \quad (2')$$

(2) və (2') ifadələrindən göründüyü kimi, j -ci komponentin i -ci diffuzion axınına təsiri nəinki onların termodinamiki qarşılıqlı parametrlərindən, həm də matrisanın və bu elementlərin diffuziya əmsalları arasındakı nisbətdən asılıdır. Əgər j -ci element əvəzetmə, i -ci isə daxilolma bərk məhlulu əmələ gətirirsə, sonuncu kəmiyyəti nəzərə almamaq olar. Bu halda tənliklər sistemi aşağıdakı şəkil alır.

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\sum_{j=2}^R \tilde{D}_{ij} \left(\frac{\partial c_j}{\partial x} \right) \right) \quad i=2,3,\dots,R \quad (3)$$

Ərintilərin diffuzion doydurulmasında (3) tənliklərinə sərhəd şərtlərini aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$-\sum_{j=2}^R \tilde{D}_{ij} \frac{\partial c_j}{\partial x} \Big|_{x=0} = \sum_{j=2}^R \tilde{V}_{ij} (c_j^h - c_j \Big|_{x=0}) \quad (4)$$

$$c_i \Big|_{x=\infty} \rightarrow c_i^\infty, \quad c_i \Big|_{t=0} \rightarrow c_i^b(x) \quad (5)$$

Burada $\tilde{V}_{ij}(t)$ əmsalları doydurulan səthlərdə müxtəlif elementlərin atomlarının qarşılıqlı təsirini nəzərə alır. c_i – i -ci komponentin matrisada konsentrasiyasıdır; c_i^h – i -ci komponentin həddi səth konsentrasiyasıdır.

İnteqral–inteqrallyasion metodun köməyiylə (tarazlıq metodu) ω torunda qurulmuş qeyri mövcud fərqli sxem:

$$\frac{\overrightarrow{c_s^{j+1}} - \overrightarrow{c_s^j}}{\Delta \tau_j} = \frac{2}{h_s + h_{s+1}} \left(D_{s+1/2} \frac{\overrightarrow{c_{s+1}^{j+1}} - \overrightarrow{c_s^{j+1}}}{h_{s+1}} - D_{s-1/2} \frac{\overrightarrow{c_s^{j+1}} - \overrightarrow{c_{s-1}^{j+1}}}{h_s} \right), \quad (9)$$

$$D_{1/2} \frac{\overrightarrow{c_i^{jH}} - \overrightarrow{c_o^{j+1}}}{h_j} = V^{j+1/2} \left(\overrightarrow{c_o^{j+1}} - \overrightarrow{c^h} \right) + \left(\overrightarrow{c_o^{j+1}} - \overrightarrow{c_o^j} \right) \frac{h_i}{2\Delta \tau_1},$$

$$\overrightarrow{c_N^{jH}} = \overrightarrow{c^\infty}, \overrightarrow{c_s^o} = \overrightarrow{c_s^b},$$

burada $\overrightarrow{c_s^j} - \tau_j$ zaman kəsiyində z_b nöqtəsində komponentlərin konsentrisiyasıdır.

$$D_{S+1/2} \equiv D \left[1/2 \left(\overrightarrow{c_s^{j+1}} + \overrightarrow{c_s^{j+1}} \right) \right].$$

Bu sxemin aproksimasiya xətası $(\Delta \tau_{\max} + h_{\max}^2)$ olur. Qeyri xətti sistemin həlli üçün adətən iterasiya metodu istifadə olunur. İterasiya prosesi tənliklərdə aşağıdakı dəyişmə yolu ilə qurulur:

$$\overrightarrow{c_s^{j+1}} \rightarrow \overrightarrow{c_s^{j+1,\alpha}}, D_{S+1/2} \rightarrow D_{S+1/2}^{\alpha-1} \equiv D \left[1/2 \left(\overrightarrow{c_{s+1}^{j+1,\alpha-1}} + \overrightarrow{c_s^{j+1,\alpha-1}} \right) \right]$$

$\overrightarrow{c_s^{j+1,\alpha}}, s = 0, 1, \dots, N$ -nisbətən fərqli sxem üzrə xətti olur. Başlanğıc iterasiya üçün vaxtın əvvəlki qiymətinin konsentrisiya paylanması götürülür. $\overrightarrow{c_s^{j+1,\alpha}} = \overrightarrow{c_s^j}$. $\overrightarrow{c_s^{j+1,\alpha}}$ üçün fərqli sxem üçnöqtəli olur. Bu sxemi hesabat şəklinə gətirərək, alırıq:

$$D_{s+1/2}^{\alpha-1} \overrightarrow{c_{s+1}^{j+1}} - \left(D_{s+1/2}^{\alpha-1} + D_{s-1/2}^{\alpha-1} W_s + \sigma_s E \right) \overrightarrow{c_s^{j+1,\alpha}} + D_{s-1/2}^{\alpha-1} W_s \overrightarrow{c_s^{j+1,\alpha}} = -\tau_s \overrightarrow{c_s^j}$$

$$D_{1/2}^{\alpha-1} \overrightarrow{c_1^{j+1,\alpha}} - \left(D_{1/2}^{\alpha-1} + h_1 V^{j+1/2} + \frac{h_1^2}{2\Delta \tau_1} E \right) \overrightarrow{c_o^{j+1,\alpha}} = - \left(h_1 V^{j+1/2} \overrightarrow{c^n} + \frac{h_1^2}{2\Delta \tau_1} \overrightarrow{c_o^j} \right)$$

$$\overrightarrow{c_N^{j+1,\alpha}} = \overrightarrow{c^\infty}, \overrightarrow{c^o} = \overrightarrow{c^b},$$

burada $E - W_s = h_{SH} | h_{SH}$, $\sigma_\delta = h_{SH} (h_s + h_{SH}) / 2\Delta \tau_j$ - nin vahid matrissasıdır.

Kimyəvi – termiki emalda detalların ölçülərinin dəyişməsinə (qabarmasını) şərtləndirən əsas amillər müəyyən edilmişdir. Qabarma yanacaq nasosunun preseziyon detallarının bərpasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Onun qiymətlərindən asılı olaraq diffuzion örtük qatının ölçüləri müəyyənləşdirilir.

Diffuzion doyurmada böhran qatının hesablanması üçün müxtəlif riyazi yanaşmalar mövcuddur. Lakin bu yanaşmalar çoxkomponentli diffuzion örtük çəkmədə təxmini nəticələr verir. Ona görə də diffuzion böhran örtük qatının təyinin praktiki yolla aparılması daha məqsəduyğundur.

Üçüncü fəsildə ilkin materiallar və tədqiqatların aparılma ardıcılığı verilib. Tədqiqatların aparılma ardıcılığı bir neçə mərhələdən ibarətdir.

Birinci mərhələdə YN - nun detallarının yeyilmə xarakteri, onun qiyməti və yeyilmə mexanizmi öyrənilmişdir. İkinci mərhələdə plunjer cütlərinin detallarının KTE metodu seçilmişdir: azotlama, xromlama və borlama. Üçüncü mərhələdə alınmış diffuzion örtüklərin istismar xassələri öyrənilmişdir. Dördüncü mərhələdə bərpa olunmuş plunjer cütlərinin yanacaq nasoslarında ehtibarlılığının yoxlanılması üçün sürətləndirilmiş stend və istismar sınaqları aparılmışdır. Beşinci mərhələdə praktiki tövsiyələr işlənmiş və onların istehsalatda tətbiqi həyata keçirilmişdir.

Bu fəsilə plunjer cütlərinin imtina səbəblərinin öyrənilməsi üçün gəmi təmiri zavodunda nasoslar çıxdaş edilmişdir. Nümunələrin və detalların kontakt qaz-fazalı metodla diffuzion doyurulması endotermiki qaz mühitində “Dequssa” elektrik sobasında (Almaniya) aparılır. Azotlaşdırma prosesi də həmin sobada dissosiasiya olunmuş amonyak (NH_3) mühitində aparılır. Sobada temperaturu 700-1200°C temperatur intervalında dəyişmək mümkündür.

Termodiffuzion emal (xromlama və borlama) ГОСТ 28426-90 - a əsasən aparılmışdır. Əriyən cəftəli konteynerdən istifadə etməklə termodiffuzion doyurmada aşağıdakı tələblər əsas götürülür: konteynerin dibi və məmulat arasındakı məsafə 20mm-dən az olmamalıdır; məmulatlar arasında, məmulat və konteynerin divarının arasında məsafə 10mm-dən az olmamalıdır; məmulatların səthinə səpilən ovuntu qatının qalınlığı 30 mm-dən az olmamalıdır. Doydurucu qarışıqlar üçün ilkin materiallar kimi ferroxromdan və bor oksidindən (B_2O_3) istifadə olunur. Aktivator kimi xlorlu amoniumdan və florlu natriumdan, inert əlavə kimi alüminium oksiddən istifadə olunur. Qarışığın tərkibinin və doyurma rejimlərinin

seçilməsi eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması metodundan istifadə etməklə aparılır. Xromborlaşdırma üçün ovuntu qarışığının komponentləri cədvəldə verilib.

Cədvəl 1

Xromborlaşdırma üçün ovuntu qarışığının komponentləri

S/N	Adı	Kimyəvi formulası, işarəsi	Texniki şərt
1	Bor anhidridi	B_2O_3	TY-612-94
2	Xrom	Cr	5905-79
3	Alüminium	Al	9849
4	Dəmir	Fe	6912
5	Alüminium oksidi	Al_2O_3	9849
6	Kalium floroborati	KBEO	TY6-09-5304-86

Diffuzion örtük çəkilmiş plunjerin qabarmasına nəzarət МИГ-1 çoxdövrlü ölçülü indikator başlığından (model 05101) istifadə etməklə prizma-bıçaqlarda aparılır

Diffuzion örtüklərin keyfiyyətinə nəzarət vizual baxışdan başlayır və submikrostruktur tədqiqatlara qədər aparılır. Qatın ümumi qalınlığına və onun bərkliyinə nəzarət detalların və nümunələrin metalloqrafik şliflərində aparılır. Metalloqrafik analiz üçün nümunələrdən və ya nəzarət olunan detallardan mikroşliflər hazırlanır. Tədqiqatlar metalloqrafik mikroskoplar МИМ-8 və "Neofot 21", həmçinin ИТМ-3М bərklik ölçən cihazla aparılır.

Ötəkdə azotun konsentrasiyasının təyini dəmirdə həll olmuş azotun təyininə əsaslanır və burada azotun təyini ya onun atomar hidrogenlə reaksiyaya girməsinə və ya nitridlərin hidrolizinə görə aparılır. Diffuzion qatda xrom və borun miqdarı mikrorentgenstruktur metodla "Cameca" analizatorunda, örtük qatının faza tərkibi isə YPC-55 rentgen aparatında və ДРОН-2 difraktometrində aparılır.

Diffuzion örüklərin yeyilməyə dözümlüyü disk-qəlib nümunələrdən istifadə etməklə ИИ 5018 tipli sürtünmə maşınında aparılır. Sınaq zamanı diskin fırlanma tezliyi 1000 dövr/dəq ($1,667 \text{ s}^{-1}$), sürtünmənin nisbi sürəti isə 2,618 m/s təşkil edir.

Korroziyaya dözümlüyün qiymətləndirilməsi nümunələrdə kütlənin itirilməsi və bir korroziya yuvasının yaranma vaxtı ilə aparılır. Nümunələrin kütləsi hər 10 saatdan bir müəyyən edilir. Aqressiv mühit kimi azot, kükürd, duz, yağ və sirkənin qatışdırılmış 10%-li məhlulu

götürülmüşdür. Nümunənin kütləsi katastroofik düşdükdə və ya diffuzion örtüyün bütövlüyü pozulduqda sınaqlar qurtarır.

Detaların kənar islanma bucağının ölçülməsi üçün 25XTT, ИХ15 və ХВГ markalı polad nümunələrdən istifadə olunur. Nümunələrin səthi mükəmməl tamamlanır, onların səthlərinin kələ-kötürlüyü plunjerlərin kələ-kötürlüyünə ($R_a=0,04$ mkm) uyğun olur. İslanmanın kənar bucağı ММУ-3 metalloqrafik mikroskopun və ИКВ-3 üfqü optimetrimin köməyiylə ölçülür.

Detalların səthin kələ-kötürlüyünün tədqiqi profilin orta hesabı parametri R_a ilə aparılır. Səthin kələ-kötürlüyünün öyrənilməsi üçün “Kalibr” zavodunun 171011 modelli profiloqraf-profilometrindən istifadə olunur. Presezion səthlərin ölçülməsində almaz iynəli vericinin yerdəyişmə sürəti 0,1 mm/dəq, qeyri-presezionlarda isə 1,0 m/dəq təşkil edir.

Diffuzion örtüklü plunjer cütlərilə təchiz olunmuş yanacaq nasosunda yanacağın sərfinin ölçülməsi Avstriyanın “FRİDMAN and MAİER” firmasının sabit təzyiqli A1027 stendində aparılmışdır. Bu halda nasosun yanacaq verən magistralında yanacağın təzyiqindən asılı olaraq yanacağın sərfi ölçülür. Təzyiq 0,025-dən 0,35MPa-ya qədər dəyişdirilir, sonra yumurcuqlu valın dönmə bucağından (yəni doldurucu pəncərələrin bağlanmasından) asılı olaraq yanacağın sərfi ölçülür.

Eyni zamanda bu fəsildə bərpa olunmuş plunjer cütlərinin seriyalı cütlərlə müqaisədə sürətli stend sınaqları aparılmışdır. Bu sınaq ЦННТА 51319 modelli vibrodinamik stenddə aparılmışdır. Bu stendə şaquli müstəvidə yanacaq nasosunun 50 Hs tezlikdə və 10q artıq yükləmədə titrəməsi, yanacaq nasosunun valının fırlanmasının dəyişən tezliyi və digər parametrləri təyin edilmişdir.

Vibrodinamik stenddə yüksək təzyiq seksiyasının qidalandırılması üçün ГОСТ 2138-73-ə uyğun 1R sinifli, xüsusi səthi $10500 \text{ sm}^2/\text{q}$, konsentrasiyası 0,0125 q/l kvars abrazivi ilə tozlandırılmış “D” markalı dizel yanacağından istifadə olunur. Yanacaq nasosunun detallarının yağlanması üçün onun karterinə 400 ml nisbi səthi $5600 \text{ sm}^2/\text{q}$ və konsentrasiyası 2,0 q/l olan “D” markalı dizel yanacağı tökülür. Sürətləndirmə əmsalı 1:100 nisbətində götürülür.

İstismar sınaqlarının aparılması üçün təcrübi plunjer cütləri təmirə uğradılacaq yanacaq nasoslarında quraşdırılır. Təcrübi (xromborlaşdırılmış) və seriyalı plunjer cütlərilə təchiz olunmuş yanacaq nasosları gəminin sırası istismar şəraitlərində sınaqlara uğradılır. İstismar sınaqları prosesində aşağıdakılar qeyd olunur: quraşdırma anından başlayaraq iş müddəti, moto-

saat; müşahidə edilən dövrdə işə buraxma rejimində yanacağı dövrəli verilməsinin aşağı düşməsi, %.

Tədqiqatın nəticələrinin riyazi emalı riyazi statistika və ehtimal nəzəriyyəsinə uyğun olaraq aparılmışdır. Empirik asılılıqların təyin edilməsi üçün ən kiçik kvadratlar metodundan istifadə olunmuşdur.

Dördüncü fəsildə təmirə daxil olmuş yeyilmiş detalların mikrometraj ölçmələri və profiloqramlaşdırılması ilə müəyyən edilmişdir ki, detalların istiqamətləndirici hissələrində mövcud ümumi yeyilmə (0,5-1,0 mkm) ilə yanaşı, yerli yeyilmə də vardır və maksimal qiymətə malikdir: plunjerdə -14mkm, oymaqda 20mkm və dozatorda-5mkm-dir.

Plunjerin ötürücü səthləri və onunla qovuşan detallar təxminən eyni yeyilir. Plunjerin kvadratının yeyilməsinin orta qiyməti 0,065mm, alt boşqabınkı isə - 0,38mm təşkil edir

Örtüyün xassələrinə və ölçülərinin dəyişməsinə diffuzion xromlaşdırmanın və borlaşdırmanın təsirinin tədqiqi göstərir ki, azotlaşdırılmış 25XIT markalı poladdan olan plunjer cütünün detallarının bərpası üçün bu iki metod istifadə oluna bilər. Müəyyən olunmuşdur ki, diffuzion metallaşdırma detalların qabarmasına səbəb olur. Ən çox qabarmaya plunjer məruz qalır. Qabarmanın qiyməti bir çox amillərdən, o cümlədən: qızdırma temperaturu, soyutma rejimi, poladın markası, emal zamanı detalın vəziyyəti və s. asılıdır. Polad 50 üçün maksimal əyilmə 61 mkm, əvvəlcədən emal olunmamış 25XIT poladı üçün isə 3,5 mkm təşkil edir.

Çoxfaktorlu riyazi planlaşdırmadan istifadə etməklə aparılan eksperimentlər xromborlamanın aşağıdakı optimal rejimini təyin etməyə imkan verir: ovuntu qarışığının tərkibi – 55% (90% Cr+10% B₂O₃) + 5% (95% NH₄Cl+5% NaF) + 40% Al₂O₃ (kütlə ilə); temperatur – 950 ± 10°C, vaxt 4 saat, soyutma 120°C/s.

Azotlaşdırılmış 25XIT markalı poladın üzərində diffuzion örtüyün metalloqrafik, rentgenstruktur, rentgenspektral tədqiqatla və kimyəvi analiz diffuzion doydurmada səthdə nitrid əsasında diffuzion örtüyün yaranmasını müəyyən etməyə imkan vermişdir. Xromlaşdırmada səthdə üç zonadan ibarət olan diffuzion örtük yaranır. Üst zona, əsasən teksturalaşdırılmış quruluşlu xrom nitridlərindən (Cr₂N), az miqdarda xromun Cr₂₃C₆, Cr₇C₃ karbidlərindən, bor nitridindən BN və azotlu ferritin FeN xırda aşqarlarından ibarətdir. Zonanın mikrobərkliyi 15000-16000 MPa-dır. Keçid zona dəmirin nitridlərindən və dispers yerləşmiş nitrid aşqarlardan və legirleyici elementlərin karbidlərindən ibarətdir. Zonanın mikrobərkliyi

7500-8500 MPa-dır. Alt zonada azotun miqdarı çox azdır, onun mikrobərqliyi özəyin mikrobərqliyinə qədər azalır-2500 MPa. Üst zonada xromun miqdarı 70%, borun-8,5% və azotun-4,5% (kütlə ilə) təşkil edir.

Almaz prizmasının batırılması ilə aparılan diffuzion örtüyün yükötürmə qabiliyyətinin eksperimental tədqiqi yükləmə artdıqca yumşaq altlıq olduğu halda örtüyün bərqliyinin kəskin aşağı düşməsinə müəyyən etməyə imkan vermişdir.

Plunjerin quyruğunun yüksək təzyiqli cərəyanla termiki emalı örtüyün keyfiyyətini pisləşdirməyərək alt qatın bərqliyini (70-75) HR30N-dək yüksəltməyə imkan verir. Boşqabın 3% CH₄ əlavə olunmuş endoqaz mühitində qızdırmadan sonra yağda tablanması özəyin bərqliyinin ilkin bərqliyə qədər yüksəlməsinə imkan verir. Bu zaman qatın mikrobərqliyi və onun qalınlığı dəyişmir.

Səthlərin islanmasının tədqiqatları D3 dizel yanacağı ilə xromborlaşdırılmış səthin kənar islanma bucağı 18° olduğunu təsdiq etmişdir (azotlaşdırılmış poladınkı - 16°-dir). Bu, detalların quraşdırılmış ara boşluğunun qiymətini dəyişməyərək plunjerin oymaqla və dozatorla seçilməsinə (cütləşdirilməsinə) imkan yaradır.

Təmiz dizel yanacağında, abrazivlə tozlandırılmış dizel yanacağında və abrazivdən başqa yağ turşusu və suyu (24%) olan dizel yanacağında xromborlaşdırılmış sürtünmə cütlərinin yeyilməyə dözümlüliyünün öyrənilməsi göstərir ki, onun göstəricisi azotlaşdırılmış 25XIT markalı poladın göstəricisindən müvafiq olaraq 65, 95 və 145 dəfə yüksəkdir.

Təzyiqi 1,5MPa olan süzülmüş yanacaq mühitində və sürüşmə sürəti 2,59m/s olduqda xromborlaşdırılmış örtüklü sürtünmə cütləri azotlaşdırılmış 25XIT markalı poladla müqaisədə 1,9-2,1 dəfə az sürtünmə əmsalına malikdir.

Sulfat, nitrat və xlorid turşularının 10%-li məhlullarında xromborlaşdırılmış örtüklərin korroziyaya dözümlüyü azotlaşdırılmış poladın korroziya dözümlüyündən müvafiq olaraq 70, 150 və 18 dəfə yüksəkdir.

Plunjer cütlərinin profiloqraflaşdırılmasının nəticələri göstərir ki, istismardan sonra preseziyon səthlərin kələ-kötürlüyü yüksəlir, ötürücülərin (qeyri preseziyon) isə azalır. Yeyilmiş detalların xromborlaşdırılması onların səthlərinin kələkötürlüyünü cuzi artırır. Xromborlaşdırmaqla bərpa olunmuş plunjer cütlərinin detallarının səthinin kələ-kötürlüyü seriyalı

detalların səviyyəsindədir ($R_a=0,04\text{mkm}$), ötürücü səthlərin kələ-kötürlüyü təzə detallarındakından azdır.

Beşinci fəsildə seriyalı və bərpa olunmuş plunjer cütlərinin tərkibi və keyfiyyəti müqayisə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 1,3-1,4 dəfə abrazivin bərkliyini üstələyən ($H_{\mu}41000\text{ MPa}$) səviyyədə bərkliyə malik olan örtük çəkilmiş plunjerin və plunjer cütü dozatorunun möhkəmləndirilməsi preseziyon qovşağın resursunu seriyalılarla müqayisədə təxminən 2 dəfə yüksəldir.

Xromlaşdırma ilə bərpa olunmuş plunjer cütləri abraziv yeyilmə şəraitlərində seriyalılarla müqayisədə daha yüksək yeyilməyə dözümlüyə malikdir, lakin xromborlaşdırılmış detallara nisbətən daha az yeyilməyə dözümlüdür. Borlaşdırılma ilə möhkəmləndirilmiş səthlər yüksək yeyilməyə dözümlüdür və azotlaşdırılmış və xromlaşdırılmış sürtünmə cütündə qənaətbəxş işləyirlər.

Abraziv şəraitlərdə işləyən plunjerdə qazotermiki emalla çəkilmiş örtük müəyyən dövrdən sonra (~ 110 saat) dağılır. Bu, səthlərin yeyilməyə dözümlüyünü kəskin aşağı salır və YN-nun xarakteristikalarının aşağı düşməsinə gətirib çıxarır.

Bərkliyi 1,3-1,4 dəfə kvars abrazivinin bərkliyindən çox olan hər iki preseziyon səthləri möhkəmləndirilmiş cüt digər cütlərə nisbətən daha yüksək işləmə ehtiyatına malikdir.

YN-nun göstəricilərinə “plunjer dabanı – alt boşqab” qovuşmasının yeyilməsi böyük təsir göstərir (40%-dək). Göstərilən qovuşmanın abrazivin bərkliyini 1,3-1,4 dəfə üstələyən bərkliyə qədər möhkəmləndirilməsi YN-nun işinin sabitliyini yaxşılaşdırır və yüksək təzyiqli cərəyanla emal olunmuş cütün ehtiyatını yüksəldir.

Xromborlaşdırılmaqla möhkəmləndirilmiş plunjer cütlü və möhkəmləndirilmiş alt boşqablı YN ən yaxşı istismar xassələrinə malik olur. Xromborlaşdırılmaqla möhkəmləndirilmiş plunjer kvadratinın səthləri dişli oymağın nitrosegmentləşdirilmiş səthləri ilə qovuşmada yaxşı işləyir və bu zaman sürtünmə cütündə yeyilmə azalır.

Xromborlaşdırılmaqla bərpa olunmuş təcrübi plunjer cütlü YN-rı istismar sınaqlarında yüksək etibarlıq nümayiş etdirirlər. Təcrübi plunjer cütlərinə görə imtinalar olmur. Təcrübi cütlü YN-nun işə salınmasında yanacağın verilməsinin aşağı düşməsi $\sim 3-5\%$ təşkil edir, halbuki seriyalı cütlərdə ilkin cütlərə nisbətən 25%-ə çatır.

YN-nun detallarının bərpası üçün KTE-in tətbiqi üzrə tövsiyələr, o cümlədən struktur – texnoloji sxem işlənmişdir. Bu məqsədlə çoxkomponentli diffuzion doydurma prosesi (azotlaşdırma + xromborlaşdırma) tövsiyə olunur. Prezezion detalların xromborlaşdırma ilə bərpa prosesinin tətbiqinin iqtisadi səmərəliliyi mövcud bərpa texnologiyası ilə müqayisədə hesablanmışdır.

Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi QSC-də istifadə olunan dizel mühərriklərinin YN-nın prezezion detallarının təmirində iqtisadi səmərəlilik bir plunjer cütü üçün ~1,90man və ya illik təmir proqramı 20000 nasos olarsa, 38000 manat təşkil edir.

ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Yanacaq nasoslarının ehtiyatı onların prezezion detallarının etibarlılığı ilə məhdudlaşdırılır. Prezezion detalların vaxtından əvvəl sıradan çıxması (imtinası) abraziv yeyilmə və korroziya nəticəsində baş verir. Yanacaq nasosunun prezezion detallarının mövcud istehsal və təmir üsullarının təhlili göstərir ki, onların təmirdən əvvəl və təmirarası ehtiyatlarının yüksəldilməsi kimyəvi – termiki emal üsulları ilə əldə oluna bilər. Bu zaman detalların səthlərinin bərkliyi abraziv yeyilməni istisna etməlidir.

2. Nəzəri müddəalar əsasında müəyyən edilmiş və eksperimentlərlə təsdiq olunmuşdur ki, prezezion qovuşmanın yeyilməsilə yanaşı, “plunjerin dabanı – alt boşqab” qovuşmasının yeyilməsi yanacaq nasosunun dövrü yanacaq verməsinin aşağı düşməsinə (40%-ə qədər) və həndəsi verilmənin başlanğıc bucağının dəyişməsinə (5% - ə qədər) təsir göstərir.

3. Plunjer cütlərinin kontaktlı qazfazlı xromborlaşdırma ilə bərpasının optimal rejimi aşağıdakı kimi təklif olunmuşdur: qarışığın tərkibi – 55% (90% Cr + 10% B₂O₃) + 5% (99% NH₄Cl + 5%NaF)+ + 40% Al₂O₃ (kütlə % - lə); işçi temperatur – 950±10°C; doydurma müddəti - 5saat; soyutma-115°C/saat sürətlə.

4. Azotlandırılmış 25XGT markalı poladın xromborlaşdırılması təmir fonduna daxil olan prezezion detalların bərpası üçün detallara tələb olunan möhkəmliyin verilməsini və xətti ölçülərinin dəyişməsinə təmin edir.

5. Metalloqrafik, rentgenostruktur, rentgenspektral tədqiqatlar və kimyəvi analiz azotlandırılmış 25XGT markalı poladın diffuzion xromborlaşdırılmasında kompleks örtüyün yaranmasını müəyyən etməyə

imkan vermişdir. Onun əsas möhkəmləndirici fazası teksturalaşdırılmış quruluşlu xrom nitrididir (Cr_2N). Bor örtüyün keyfiyyətini yaxşılaşdırır, aşağı mikrobərklikli azotlaşdırılmış ferritin miqdarını azaldır. Örtüyün mikrobərkliyi 15500 – 16500 MPa civarında alınır.

6. Azotlandırılmış 25XIT markalı poladla müqayisədə xromborlaşdırılmaqla bərpa olunmuş sürtünmə cütlərinin yeyilməyə dözümlüüyü süzülmüş yanacaqda 55 dəfə, abrazivli yanacaqda 96 dəfə və abrazivli və yağ turşulu yanacaqda 146 dəfə yüksəkdir. Nitrid əsasında xromborlaşdırılmış örtüklü sürüşmə sürtünmə cütləri 1,5 MPa təzyiqli süzülmüş yanacaq mühitində işlədikdə və sürüşmə sürəti 2,62 m/s olduqda 1,8 – 2,0 dəfə daha kiçik sürtünmə əmsalına malik olur.

7. Sulfat, nitrat və xlorid turşularının 10% -li məhlullarında xromborlaşdırılmış örtüklərin korroziyaya dözümlüüyü azotlaşdırılmış poladla müqayisədə müvafiq olaraq 80, 160 və 20 dəfə yüksəkdir. Xromborlaşdırılma ilə bərpa olunmuş səthlərin dizel yanacağı ilə kənar islanma bucağı orta hesabla 18° , azotlandırılmış poladın isə 15° təşkil edir. Belə kənar islanma bucağı eyni quraşdırılma araboşluğunda bərpa olunmuş presezion detalların normal işini təmin edir.

8. Müəyyən edilmişdir ki, diffuzion örtüklərin yükötürmə qabiliyyəti qatın effektiv qalınlığından və materialın özəyinin bərkliyindən asılıdır. Plunjer cütələrinin presezion səthlərində xromborlaşdırılmış qatın qalınlığı abraziv yeyilmədə qovuşmanın normal işləməsi üçün kifayətdir.

9. Plunjerin quyruğunun yüksək tezlikli cərəyanla tablanması materialın özəyinin bərkliyini 20-dən 30HR30N – dək, xromborlaşdırmadan sonra isə 72-dən 76HR30N-dək örtük dağılmamaq şərti ilə yüksəldir. Alt boşqabın tablanması duz vannasında ($85,5\% \text{ KCl} + 10,7\% \text{ NaCl} + 3,8\% \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) aparılır. Plunjer cütünün qovuşan presezion səthlərinin birinin 15500 – 16500MPa mikrobərkliyə qədər möhkəmləndirilməsi seriyalı ilə müqayisədə onun resursunu 1,6 – 1,9 dəfə yüksəldir.

10. Surətləndirilmiş stend sınaqları ilə müəyyən edilmişdir ki, yanacaq nasosunun xromborlaşdırmaqla bərpa olunmuş detalların presezion səthləri seriyalı detalların işçi səthlərinin resurslarını 2 dəfə üstələyir.

11. Təmir proqramı ildə 20000 ədəd olduqda yanacaq nasosunun presezion detallarının xromborlaşdırmaqla bərpası texnologiyasının tətbiqi Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi şəraitində ildə 38 min manat iqtisadi səmərə əldə etməyə imkan verir.

Dissertasiyanın əsas müddəaları aşağıdakı elmi məqalərdə dərc olunmuşdur:

1. Abbasov E.O. Diffuzion metallaşdırma metodu ilə plunjer cütlərinin bərpasının nəzəri xüsusiyyətləri // AzTU-nun Elmi əsərləri, 2014, №4, s.107-111
2. Abbasov E.O. Diffuzion metallaşdırmada detalların qabarması // ADDA-nın Elmi əsərləri, 2015, №1, s.28-30
3. Sharifov Z.Z., Abbasov E.O. The effect of wear of plunger pair details on fuel supply of pump // Latvian Maritime Academy Research Institute, Journal of maritime transport and engineering, 2015, Volume 4, №1, p.77-80
4. Şərifov Z.Z., Abbasov E.O. Plunjer cütlərinin işçi səthində yaradılan diffuzion örtüyün böhran qalınlığının təyini // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, Beynəlxalq Elmi-texniki jurnal, 2015, cild 7, №3, s.56-60
5. Abbasov E.O. Yanacaq nasoslarının plunjer cütlərinin xromtitanlaşdırma rejimlərinin əsaslandırılması // Gənc alimlərin əsərləri, №11, Bakı, 2015, s.26-29
6. Abbasov E.O. Gəmi mexanizmlərində yüksək təzyiqli yanacaq nasoslarında plunjer cütünün detallarının yeyilməsi səbəbləri / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika elmi Konfransı, I cild, Bakı, 2015, s.146-148
7. Abbasov E.O., Şərifov Z.Z. 25X5MA markalı poladın üzərinə çəkilmiş diffuzion örtüklərinin strukturu və xassələri // ADDA-nın Elmi əsərləri, 2015, №2, s.3-8
8. Abbasov E.O. Plunjer cütlərinin abraziv yeyilmə mexanizmi və onların yaranma səbəbləri / Azərbaycan Texnologiya Universiteti, Kreativ sənaye texnologiyalarının tədrisi və tətbiqi, Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfransın materialları, Gəncə, 2015, s.270-272.
9. Abbasov E.O., Əbdüləzimova Y.Ə. Yanacaq aparatının plunjer cütü detallarının termiki emalı və preseziyon səthlərinin islanma qabiliyyəti // Sumqayıt Dövlət Universiteti, Elmi Xəbərlər, cild 15, №3, 2015. s.77-81
10. Abbasov E.O., Şərifov Z.Z. Yanacaq nasoslarının detallarının xromtitanlaşdırılması üçün qarışığın tərkibinin və doydurma rejimlərinin seçilməsi // AzTU-nun Elmi əsərləri, №3, 2015, s.49-54.

11. Аббасов Э.О. Исследование несущей способности и фазового состава хромотитанового покрытия // Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Фізика і хімія твердого тіла., т.16, №2, 2015. с.379-382

Çap olunmuş işlərdə həmmüəlliflərin iştirakı:

[3,4,7,10] - məsələnin qoyuluşu və aparılmış eksperimentlərdə iştirak, alınmış elmi nəticələrin təhlili iddiaçıya məxsusdur

[1,2,5,6,8,9,11] - müstəqil yerinə yetirilmişdir

АББАСОВ ЭЛНУР ОРУДЖ ОГЛЫ

Восстановление деталей судовых механизмов химико – термической обработкой

РЕЗЮМЕ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена цель и задачи исследований. Представлены научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе диссертации на основе критического анализа литературы обоснована необходимость восстановления прецизионных деталей плунжерных пар топливных насосов судовых дизелей применением химико – термической обработки. В качестве стали для плунжера выбрана низколегированная сталь марки 25ХГТ, для диффузионного насыщения рабочих поверхностей прецизионных деталей рекомендовано применение азотирования, хромирования и борирования.

Во второй главе определены коэффициенты диффузии по аналитическим уравнениям многокомпонентных систем с учетом влияния строения насыщаемой поверхности, структурных особенностей, а также примесей, в том числе диффузионных контакт растворенных газов. Для расчета диффузионных коэффициентов составлена программа.

В третьей главе представлены свойства первичных материалов для диффузионного насыщения, последовательность и методики проведения исследований. Последовательность проведения экспериментов состоит из пяти этапов. Представлены режимы, составы и оборудования процессов азотирования, хромирования и борирования. Приведены методики определения износа и коррозионной стойкости восстановленных плунжерных пар.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований деталей плунжерных пар топливных насосов, восстановленных хромоборированием. В частности исследованы износ и коррозионностойкость, проведен металлографический анализ покрытий, определена шероховатость поверхности деталей и т.д.

В пятой главе проведен сравнительный анализ состава и качества серийных и восстановленных плунжерных пар. Определена технико – экономическая целесообразность применения результатов исследований в производство.

Renovation of ship spare parts using thermo-chemical treatment

SUMMARY

As a foreword to the dissertation, there is a description of relevance of the subject given, as well as the target and objectives of the research. There are scientific innovation and practical value laid up.

In the first chapter, using critical analysis of scientific literature, author substantiated necessity of renovation of precision spares of plunger pairs of fuel pumps using a method thermo-chemical treatment. Low-alloy steel (25X17T) was chosen as material for plunger. For diffusive saturation of the working surfaces of the precision spares use of chromium-plating, nitration and boriding is recommended.

In the second chapter, setting of constant coefficients of diffusion in the frame of analytic diffusive equations of multicomponent systems with influence of composition of saturated surfaces, structural mastered including admixtures and diffusive contact of dissolved gases. For calculations of diffusive coefficients an application was created.

In the third chapter, there are properties of original materials for diffusive saturation described, as well as the sequences and methods of research. The sequence of the practical experiments consists of several stages. There are modes, compositions and facilitations laid down for the processes of chromium-plating, nitration and boriding. Methods of determination of levels of wear of spares and their corrosion resistance are given.

In the forth chapter, results of experimental research of plunger pairs of fuel pumps which were renewed using chrome-boriding method. Specifically, studied wear and corrosion resistance, surfaces graphic analysis given and shagginess of the spares surfaces.

In the fifth chapter, there is comparative analysis of the composition and quality of original spares and restored spares given. Economical value (profit) of industrial application of described processes of renovation of spares is described also.